

Abteilung 15 Energie, Wohnbau, Technik

Steirische Untersuchung

Schallemissionsdaten für Pegelspitzen durch Türen- schlagen bei PKW

Schallemissionsdaten für das Schließen von PKW Türen
(Stand: V1 01/2023).



Das Land
Steiermark

Impressum

Für den Inhalt verantwortlich

Amt der Steiermärkischen Landesregierung
Referat Lärm- und Strahlenschutz
Dipl.-Ing. Dr. Ewald Plantosar
Landhausgasse 7, 8010 Graz
Telefon: +43 (316) 877 3315
E-Mail: ewald.plantosar@stmk.gv.at

Redaktion

Leitung: [Ing. Dietmar Sauer](#)
Günter Adler
Werner Dokter
Dipl.-Ing. Jürgen Fauland
Dipl.-Ing. Dr. Florian Lackner
Ing. Christian Lammer
Philipp Reicher

Herausgeber

Amt der Steiermärkischen Landesregierung
Abteilung 15 - Energie, Wohnbau, Technik
Landhausgasse 7, 8010 Graz
Telefon: +43 (316) 877 2931
E-Mail: abteilung15@stmk.gv.at
Internet: www.umwelt.steiermark.at

© Land Steiermark
Graz, im Februar 2023

Schallemissionsdaten für Pegelspitzen durch Türen- schlagen bei PKW

Schallemissionsdaten für das Schließen von PKW Türen
(Stand: V1 01/2023).

Inhalt

1. Einleitung	4
2. Motivation	4
3. Ziel	4
4. Vorgehensweise	4
5. Grundlagen	5
5.1 Grundlagen - Untersuchung des Amtes der Stmk. Landesregierung, Abteilung 15	5
5.2 Begriffsbestimmungen	6
5.3 Methodik	7
6. Ergebnisse	8
6.1 Messergebnisse	9
6.2 Bestimmung der Schalleistung	10
6.3 Aktueller Fahrzeugbestand laut Zulassungsstatistik - Steiermark	11
7. Diskussion	12
7.1 Messergebnisse - VDI Studie	12
7.2 Diskussion der Ergebnisse	12
8. Zusammenfassung	14
9. Literaturverzeichnis	15

1. Einleitung

Bei der Erstellung von schalltechnischen Beurteilungen (Befund und Gutachten) stellen die zu erwartenden Schallpegelspitzen ein sehr wichtiges Kriterium dar. Diese werden sowohl in behördlichen als auch in zivilen Verfahren beurteilt. Einige der häufigsten Quellen von Schallpegelspitzen treten im Zusammenhang mit Einparkvorgängen auf Parkplätzen auf, wobei die höchsten Pegelspitzen typischerweise durch das Schließen von PKW Türen verursacht werden.

2. Motivation

Die in der Praxis üblicherweise verwendeten Schallemissionswerte für die durch Türeenschlagen verursachten Schallpegelspitzen wurden im Rahmen der Parkplatzlärmstudie des Bayerischen Landesamt für Umwelt [1] bestimmt. Im Hinblick auf aktuelle Zulassungsstatistiken scheinen diese Daten jedoch nicht mehr zeitgemäß, da dabei nur Fahrzeuge bis zum Baujahr 1998 erfasst wurden. Aufgrund dieser Tatsache, unter Anbetracht der technischen Entwicklungen in den letzten zwei Jahrzehnten wurde beschlossen, eine neue Untersuchung durchzuführen, umso auch die tatsächlichen Schallemissionsdaten von aktuellen Fahrzeugen zu erfassen und darstellen zu können.

3. Ziel

Das Ziel dieser Arbeit ist die Bestimmung eines Schalleistungswertes L_{WA} , welcher in der schalltechnischen Beurteilungspraxis als Prognosewert für das Schließen von PKW Türen zum Ansatz gebracht werden kann. Durch die messtechnische Erfassung aktueller Schallemissionsdaten soll sichergestellt werden, dass in zukünftigen Beurteilungen die verwendeten Parameter entsprechend dem aktuellen Stand der Technik berücksichtigt werden können.

4. Vorgehensweise

Es wurden durch das Referat Lärm- und Strahlenschutz der Abteilung 15 des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung Messungen des beim Schließen von PKW Türen auftretenden Spitzenlärmpegels durchgeführt. Es wurde außerdem die Schalleistung, welche durch das Türeenschlagen abgegeben wird, bestimmt.

Vor Kurzem fanden hierzu auch Untersuchungen statt [2], welche in der Zeitschrift Lärmbekämpfung, herausgegeben vom Verein Deutscher Ingenieure (VDI), im Jahr 2022 publiziert wurden (Im Folgenden kurz als VDI Studie bezeichnet). Daher wurden die erzielten Ermittlungsergebnisse diesen Resultaten [2] gegenübergestellt und auf Plausibilität geprüft, woraus sich die Validität des neuen Schallemissionsansatzes für das Türeenschlagen von PKW beurteilen lässt.

5. Grundlagen

Im Folgenden werden die Grundlagen der vorliegenden Arbeit als auch den Vergleichsstudien behandelt.

5.1 Grundlagen – Untersuchung des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung, Abteilung 15

Als Grundlage für die aktuelle Untersuchung werden die Erkenntnisse aus der Parkplatzlärmstudie des Bayerischen Landesamt für Umwelt [1] herangezogen, welche in der Praxis die gängige Beurteilungsgrundlage darstellt. In dieser Studie wurden PKW der Baujahre von 1990 bis 1998 untersucht und dabei folgende Werte für den A-bewerteten Maximalpegel $L_{AF,max}$ sowie den Schalleistungspegel ($L_{W,A}$) ermittelt:

Schalldruckpegel ($L_{AF,max}$) in 7,5 Metern:	72,0 dB
Schalleistungspegel ($L_{W,A}$):	97,5 dB

Hier gilt es aufgrund der in der Zwischenzeit durch den technischen Wandel zu erwartenden Verbesserungen auch die entsprechenden Werte für aktuelle Modelle zu erfassen und so dem Fortschritt in der Automobilindustrie Rechnung zu tragen.

5.1.1 Grundlagen der VDI Studie

Die Erkenntnisse aus der Parkplatzlärmstudie [1] werden auch in der Untersuchung, welche in der Zeitschrift Lärmbekämpfung [2] präsentiert wurde, als Grundlage herangezogen.

5.1.2 Zusammenfassung der Grundlagen

Als Grundlage der vorliegenden Studie des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung als auch der VDI Studie [2] werden dieselben Erkenntnisse aus der Parkplatzlärmstudie [1] herangezogen. Daher können die Untersuchungsergebnisse aus den beiden neueren Studien sehr gut mit miteinander verglichen werden.

5.2 Begriffsbestimmungen

Schallleistungspegel $L_{W,A}$

Der Schallleistungspegel $L_{W,A}$ entspricht dem A-bewerteten zehnfachen dekadischen Logarithmus des Verhältnisses der von der zu untersuchenden Quelle abgestrahlten Schallleistung zur Bezugsschallleistung. Er wird in dB angegeben und beschreibt die abgegebene akustische Leistung in Watt.

Messgröße: Schalldruckpegel (L_p)

Der Schalldruckpegel (L_p) entspricht dem „zehnfachen dekadischen Logarithmus des Verhältnisses der Quadrate des Effektivwertes des Schalldruckes (p) und des Bezugsschalldruckes (p_0), ausgedrückt in Dezibel (dB). Der Bezugsschalldruck p_0 beträgt 20 μPa .“ (ÖNORM S5004, 2020, S. 4 [4])

$L_{A,sp}$ – kennzeichnende Pegelspitze

Unter der kennzeichnenden Pegelspitze $L_{A,sp}$ versteht man ein „charakteristisches Schallereignis begrenzter Dauer, das sich deutlich wahrnehmbar vom übrigen Geräusch abhebt und eindeutig zugeordnet werden kann“ (ÖNORM S5004, 2020, S. 5 [4])

Geräuschart - einzelne Schallpegelspitzen

Unter einzelnen Schallpegelspitzen versteht man ein „Geräusch, dessen Pegel sich über ein vorher und nachher bestehendes Geräusch ein- oder mehrmals kurzzeitig deutlich (um mindestens 10 dB bei der Zeitbewertung Fast) erhebt.“ (ÖNORM S5004, 1998, S. 2 [3])

Frequenzbewertung

A. bewerteter Filter, der den Frequenzgang des menschlichen Gehörs berücksichtigt und somit die Messwerte dem menschlichen Hörempfinden anpasst. Die Frequenzbewertung ist ein frequenzabhängiger Abzug bzw. Zuschlag von ermittelten Pegeln und wird bewerteter Schalldruckpegel genannt.

Zeitbewertung

Die Zeitbewertung erfolgt bei zeitlich schwankenden Schallpegeln zur Mittelung des Messwertes. Folgende genormte Zeitbewertung wurde in der vorliegenden Arbeit verwendet:

(F) Fast: Bewertungszeit von 125 Millisekunden

5.3 Methodik

Im Folgenden wird die Vorgehensweise zur Ermittlung der Daten sowie zur Bestimmung der Schalleistung in der vorliegenden Arbeit als auch in der VDI Studie [2] kurz skizziert.

5.3.1 Methodik – Amt der Stmk. Landesregierung, Abteilung 15

- Messungen Türenschnlagen von PKW in 3 m Abstand und in einer Höhe von 1,5 m gemäß ÖNORM S5004
- Messung und Bestimmung der Schalleistung gemäß ÖNORM EN ISO 3744 [5] (mit Referenzmesspunkt)
- Umrechnung der ermittelten Schalldruckpegel auf den Schalleistungspegel anhand der durchgeführten Schalleistungsbestimmung gemäß ÖNORM EN ISO 3744 [5]

5.3.2 Methodik – VDI Studie [2]

- Messungen Türenschnlagen von PKW in 7,5 m Abstand in einer Höhe von 1,6 m
- Umrechnung der ermittelten Schalldruckpegel auf den Schalleistungspegel

6. Ergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Messungen sowie die daraus bestimmten mittleren Schalldruckpegel und die Schalleistungsbestimmung präsentiert.

6.1 Messergebnisse

Es wurden insgesamt 123 Einzelmessungen an 10 unterschiedlichen PKW mit Baujahren von 2005 bis 2018 gemäß ÖNORM S5004 [3] durchgeführt. Daraus wurden die A-bewerteten Schallpegelspitzen L_{AFmax} die beim Schließen der Fahrertür auftreten bestimmt. Aufgrund der Schwierigkeit einen geeigneten Platz für die Durchführung der Messungen zu finden, sowie um mögliche Umgebungseinflüsse auszuschließen, wurde der Messpunkt in einem Abstand von 3 m in einer Höhe von 1,5 m gewählt. Die Messungen fanden an geeigneten Standorten auf reflektierendem Boden statt und in unmittelbarer Nähe befanden sich auch keine Gebäude, welche Reflexionen verursachten.

Die Ergebnisse der Einzelmessungen jeder Messreihe für jeden der untersuchten PKW Typen sind in Tabelle 1 aufgelistet.

Tab. 1: Ergebnisse der einzelnen Messungen der Schallpegelspitzenwerte L_{AFmax} für PKW Türenschnellen.

Messung											
Fahrzeug	Baujahr	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
L _{AFmax} [dB(A)] in 3 Metern Abstand											
Peugeot 206cc	2008	72,8	72,3	73,3	71,6	71,7	72,2	72,1	72,1	73,8	74,4
Porsche Boxster	2005	72,8	73,6	69,1	69,8	70,8	70,5	69,7	72,9	74,9	75,0
VW Passat Variant	2016	67,7	66,1	66,2	65,6	68,2	67,5	66,1	70,2	69,7	67,8
Opel Astra 3türig	2013	74,1	73,3	73,2	71,4	72,0	70,1	-	-	-	-
VW T5 Beifahrertür	2015	74,3	75,2	74,3	74,3	74,0	73,8	74,7	73,9	72,2	-
Opel Insignia	2018	67,5	66,7	66,2	66,3	66,5	66,2	67,2	64,7	66,6	66,4
Ford Mondeo	2016	72,1	71,8	73,1	70,6	69,3	69,2	69,3	68,0	69,5	74,7
Opel Astra	2008	80,8	79,4	76,7	76,7	76,6	74,9	74,7	75,5	76,5	76,9
Seat Leon St Kombi	2015	75,0	75,6	68,5	69,3	65,1	61,8	72,7	71,4	70,1	69,6
Seat Leon St Kombi	2015	66,3	66,3	70,6	71,8	68,0	66,8	61,9	65,7	71,0	70,5
Seat Leon St Kombi	2015	65,8	67,0	64,2	64,4	-	-	-	-	-	-
Nissan Quashquai	2011	70,7	67,3	66,6	66,2	63,1	61,7	75,3	73,5	67,1	67,7
Nissan Quashquai	2011	66,0	60,8	72,2	69,3	63,3	64,1	59,6	62,3	69,6	69,3
Nissan Quashquai	2011	64,1	63,8	61,6	63,0	-	-	-	-	-	-

Für jede Messreihe wurde der energetische Mittelwert aus den gemessenen Schallpegelspitzenwerten gebildet, welche für jeden der untersuchten Fahrzeugtypen in Tabelle 2 aufgelistet sind. In Übereinstimmung mit der Vorgehensweise in der Parkplatzlärmstudie des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz [1] ergibt sich aus den Werten in Tabelle 2 ein energetischer Mittelwert $L_{p,Mittel}$ für die Schallpegelspitzen von 72,4 dB.

Tab. 2: Energetische Mittelwerte für jedes der untersuchten Fahrzeuge, berechnet aus den Messergebnissen in Tabelle 1.

Fahrzeug	Baujahr	Anzahl der Messungen	L_{AFmax} [dB(A)], energetischer Mittelwert
Peugeot 206cc	2008	10	72,7
Porsche Boxster	2005	10	72,4
VW Passat Variant	2016	10	67,8
Opel Astra 3türig	2013	6	72,5
VW T5 Beifahrertür	2015	9	74,1
Opel Insignia	2018	10	66,5
Ford Mondeo	2016	10	71,2
Opel Astra	2008	10	77,3
Seat Leon St Kombi	2015	24	69,8
Nissan Quashquai	2011	24	68,2

6.2 Bestimmung der Schalleistung

Um die Schalleistung $L_{w,A}$ bestimmen zu können, wurde an einem PKW eine normgerechte Schalleistungsbestimmung gemäß ÖNORM EN ISO 3744 durchgeführt. Dazu wurden Messungen an insgesamt 28 Messpunkten verteilt über einer quaderförmigen Messfläche vorgenommen. Mithilfe dieser Messung wird die Umrechnung der in 3 m Abstand gemessenen Werte auf die vom Türeenschlagen ausgehende Schalleistung ermöglicht.

Aus dieser nach ÖNORM EN ISO 3744 durchgeführten Messung ergibt sich ein zeitlich gemittelter Schalldruckpegel $\overline{L}_{p(S_T)}$ von 74,4 dB. Da Fremdgeräusche sowie Umgebungseinflüsse vernachlässigt werden können, entspricht dieser Wert auch dem zeitlich gemittelten Messflächen-Schalldruckpegel \overline{L}_p . Unter Berücksichtigung der Messfläche von 75,8 m² errechnet sich damit laut Norm eine Schalleistung von $L_{W,ARef} = 93,2$ dB. Diese Schalleistung korrespondiert zu einem Referenz-Schalldruckpegel in 3 m Abstand von $L_{p,Ref} = 74,8$ dB.

Der aus den einzelnen Messungen in 3 m Abstand bestimmte energetischer Mittelwert der Schallpegelspitzen für das Türeinschlagen bei allen untersuchten PKW von $L_{p,Mittel} = 72,4$ dB kann somit aus der Differenz $\Delta L = L_{p,Ref} - L_{p,Mittel} = 2,4$ dB in einen Schalleistungspegel mit $L_{W,A} = L_{p,Mittel} - \Delta L = 90,8$ dB umgerechnet werden.

6.3 Aktueller Fahrzeugbestand laut Zulassungsstatistik – Steiermark

Auf Anfrage bei der Abteilung 17, Landes- und Regionalentwicklung, Referat Statistik und Geoinformation des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung wurde von dieser die aktuelle Zulassungsstatistik über PKW Zulassungen übermittelt. Die für die vorliegende Untersuchung relevanten Daten wurden daraus berechnet und stellen sich wie folgt dar:

PKW Zulassungen Gesamt (Steiermark), Stand 31.12.2021: **782.311**

Zeitraum:	Anzahl:	Angabe in Prozent:
1990 - 1998:	25.126	3,2 %
1999 – 2008:	143.918	18,4 %
2008 – 2021:	590.883	75,5 %

Aus dieser Darstellung ist ersichtlich, dass der Anteil der zugelassenen PKW von den in der Parkplatzlärmstudie [1] untersuchten Baujahren nur mehr rund 3 Prozent beträgt. Aus dieser Perspektive erscheint die Parkplatzlärmstudie [1] daher nicht mehr repräsentativ. Die für die vorliegende Untersuchung gewählten Baujahre von 2008 – 2021 repräsentierten einen deutlich höheren Anteil von rund 76 Prozent der Fahrzeuge. Somit erscheinen die ausgewählten Fahrzeuge in Bezug auf die Zulassungsjahre durchaus als repräsentativ für den Querschnitt.

7. Diskussion

Um die vorliegende Untersuchung der Abteilung 15 des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung mit der in der Zeitschrift Lärmbekämpfung des VDI publizierten Studie [2] vergleichen zu können, wird im Folgenden kurz auf die Messanordnung und insbesondere, auf die Unterschiede in der Vorgangsweise eingegangen. Danach erfolgt die Diskussion der erzielten Ergebnisse sowie ein Vergleich mit der VDI Studie [2] als auch der Parkplatzlärmstudie [1].

7.1 Messergebnisse – VDI Studie

7.1.1 Messbeschreibung

Im Rahmen der VDI Studie [2] wurden insgesamt 291 Einzelmessungen an insgesamt 10 unterschiedlichen PKW durchgeführt. Die Baujahre der untersuchten PKW liegen zwischen 2014 und 2022, wobei das Durchschnittsalter 5 Jahre beträgt. Für die untersuchten Fahrzeuge wurde der A-bewertete Schalldruckpegel beim Schließen der Fahrertür in einem Abstand von 7,5 m und in einer Höhe von 1,6 m über Geländeoberkante gemessen.

7.1.2 Ergebnisse der Untersuchung – Schalleistung LW,A

Der über alle untersuchten Fahrzeuge gemittelte A-bewertete Maximalpegel $L'_{AFmax,7,5m}$ für das Schließen der Fahrertüren wurde mit = 64,4 dB ermittelt. Hierbei ist zu erwähnen, dass dieses Ergebnis einem arithmetischen Mittelwert entspricht. Dies steht im Gegensatz zur Parkplatzlärmstudie [1] und auch der vorliegenden Arbeit. Aus den in der Studie präsentierten Messergebnisse ergibt sich ein energetischer Mittelwert von $L_{AFmax,7,5m} = 65,1$ dB. Umgerechnet auf 3 m Abstand folgt daraus $L_{AFmax,3m} = 73,1$ dB. Der rechnerisch aus den Messungen in Ansatz zu bringende Schalleistungspegel ergibt $L'_{W,A,VDI} = 89,9$ dB, beziehungsweise $L_{W,A,VDI} = 90,6$ dB.

7.2 Diskussion der Ergebnisse

Die im Rahmen dieser Arbeit erzielten Ergebnisse können mit den beiden anderen Untersuchungen, der Parkplatzlärmstudie [1] und der VDI Studie [2], verglichen werden. Dazu ist es notwendig die in diesen Untersuchungen in 7.5 m Entfernung bestimmten Schalldruckpegel auf eine Entfernung von 3 m umzurechnen, was für die im Folgenden präsentierten Daten durchgeführt wurde. Diese Daten sind in Abbildung 1 (rot - Parkplatzlärmstudie [1] und blau - VDI Studie [2]) den Daten aus der vorliegenden Arbeit (grün) gegenübergestellt. Zusätzlich sind die energetischen Mittelwerte als durchgezogene Linien dargestellt.

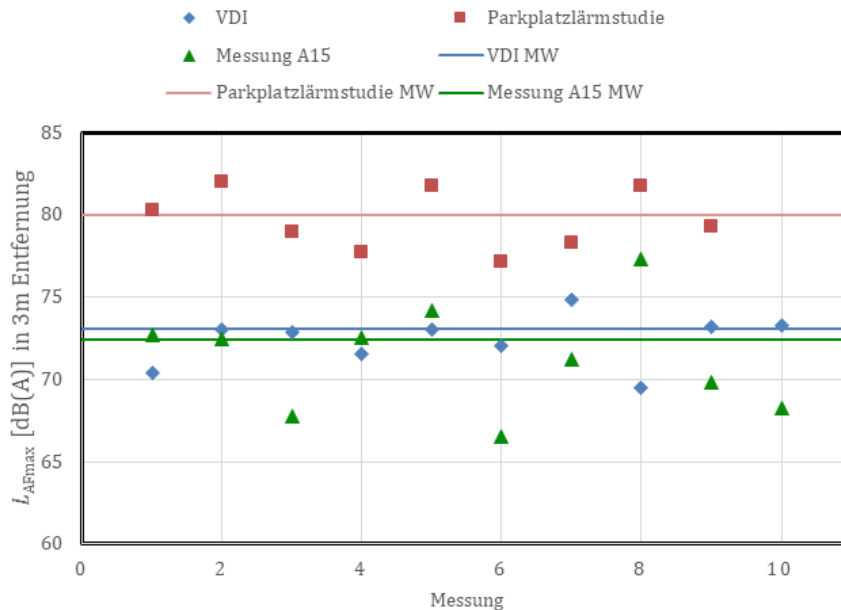


Abb. 1: Vergleich der Ergebnisse der einzelner Messungen von LAFmax aus der Zeitschrift Lärmschutz des VDI (Daten entnommen aus [2]), der Parkplatzlärmstudie (Daten entnommen aus [1]) sowie der vorliegenden Studie der Abteilung 15 des Amtes der Steirischen Landesregierung für verschiedene untersuchte PKW Typen. Die energetischen Mittelwerte (MW) sind in Form von durchgezogenen Linien dargestellt.

Im Vergleich zu den älteren Daten der Parkplatzlärmstudie [1] zeigen sich durchwegs signifikant niedrigere Messwerte. Der Unterschied der mittleren Schalleistungspegel, $L_{W,A,bayr} = 97,5$ dB und $L_{W,A} = 90,8$ dB beträgt 6,7 dB. Dies zeigt nochmals die Notwendigkeit der Festlegung eines aktuelleren Prognoseansatzes für das Schließen von PKW Türen.

Im Vergleich zu den neueren Ergebnissen der VDI Studie [2], mit $L'_{W,A,VDI} = 89,9$ dB bzw. $L_{W,A,VDI} = 90,6$ dB zeigt sich eine exzellente Übereinstimmung zu den Messwerten und dem in vorliegender Studie bestimmten Schalleistungspegel $L_{W,A} = 90,8$ dB. Bezugnehmend auf die leichten Unterschiede in der Mittelwertbildung erscheint die Wahl des energetischen Mittelwerts, welcher im Vergleich etwas höher liegt als der arithmetische Mittelwert als die bessere Wahl um bei der Erstellung von schalltechnischen Gutachten auf „der sicheren Seite“ zu liegen. Aus dieser Sicht ergibt sich eine Festlegung des empfohlenen Prognoseansatzes für den Schalleistungspegel $L_{W,A}$ für Türenschalgen bei PKW mit rund 91 dB.

8. Zusammenfassung

Als Ergebnis der durchgeführten Messungen und der Bestimmung der Schalleistung kann festgestellt werden, dass in der aktuellen Beurteilungspraxis bei Erstellung von Befund und Gutachten in schalltechnischen Beurteilungen die nach Stand der Technik verwendeten Werte aus der bayrischen Parkplatzlärmstudie [1] als zu hoch anzusehen sind.

Auf Basis der Ergebnisse wird als Ansatz zur Prognose der Schalleistung des Türenschiagens von PKW ein Wert von $L_{W,A} = 91$ dB empfohlen.

9. Literaturverzeichnis

- [1] 1. Parkplatzlärmstudie des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz, 6. vollständig überarbeitete Auflage. August 2007.
- [2] 2. Schlag, Michael. Türen- und Kofferraumschlagen von PKW: Sind die Prognoseansätze der Parkplatzlärmstudie noch zeitgemäß?, Hrsg.VDI Fachmedien GmbH und Co. KG Düsseldorf. Lärm-
bekämpfung. 2022, 04, S. 104 – 107, <https://doi.org/10.37544/1863-4672-2022-04>
- [3] 3. ÖNORM S5004 – Messung von Schallimmissionen. 01. 03 1998.
- [4] 4. ÖNORM S5004 – Messung von Schallimmissionen. 15. 04 2020.
- [5] 5. ÖNORM EN ISO 3744 – Akustik – Bestimmung der Schalleitungs- und Schallenergiepegel von Geräuschquellen aus Schalldruckmessungen. Hüllflächenverfahren der Genauigkeitsklasse 2 für ein im Wesentlichen freies Schallfeld über einer reflektierenden Ebene. 01. 03 2011.



Das Land
Steiermark

www.umwelt.steiermark.at